

Requested Patent: DE3900718A1

Title:

METHOD AND ARRANGEMENT FOR CONTROLLING A COMPRESSED  
AIR-OPERATED DOUBLE DIAPHRAGM PUMP ;

Abstracted Patent: US5174731 ;

Publication Date: 1992-12-29 ;

Inventor(s): KORVER GERARDUS (NL) ;

Applicant(s): DEPA GES FUER VERFAHRENSTECNIK (DE) ;

Application Number: US19890458517 19891228 ;

Priority Number(s): DE19893900718 19890112 ;

IPC Classification: F01L25/02; F04B43/06 ;

Equivalents: EP0381835, B1, ES2041953T, JP2221690 ;

ABSTRACT:

A method and an apparatus for control of the movement of a control piston of an air control valve for a compressed air-operated double diaphragm pump, wherein the control piston is moved between the end positions in a control cylinder having inlet bores and outlet bores for the compressed air. The control piston is adjusted by a control medium. The method includes initially maintaining the control piston in an end position by a holding device against the pressure of the control medium for a predetermined period of time or until a counterpressure reaches a predetermined pressure level. Subsequently, the control piston is moved with a pushing force which is always greater than the maximum frictional forces. The holding device operates independently of the movement of the pump diaphragm, preferably using elastically, magnetically, or electromagnetically operating structural elements. The control cylinder includes separate connections for a control medium for moving the control piston.

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3900718 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**F 04 B 43/06**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

21 Aktenzeichen: P 39 00 718.9  
22 Anmeldetag: 12. 1. 89  
23 Offenlegungstag: 26. 7. 90

DE 3900718 A1

71 Anmelder:  
DEPA Gesellschaft für Verfahrenstechnik mbH, 4000  
Düsseldorf, DE

74 Vertreter:  
Hemmerich, F., 4000 Düsseldorf; Müller, G.,  
Dipl.-Ing.; Große, D., Dipl.-Ing., 5900 Siegen;  
Pollmeier, F., Dipl.-Ing., 4000 Düsseldorf; Mey, K.,  
Dipl.-Ing.Dr.-Ing.Dipl.Wirtsch.-Ing., 5020 Frechen;  
Valentin, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 5900 Siegen

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

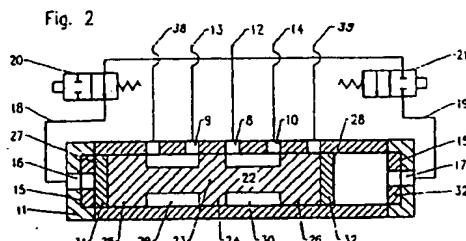
56 Entgegenhaltungen:

DE	21 25 138 C2
DE-AS	14 53 607
DE	35 07 011 A1
US	43 81 180
US	34 89 063
US	32 99 826

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## 54 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer druckluftbetriebenen Doppelmembranpumpe

Ein Verfahren zur Steuerung der Bewegung des Steuerkolbens 22 eines Luftsteuerventils 7 für eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe wird dadurch verbessert, daß der Steuerkolben 22 von einem Steuermedium vorzugsweise von Steuerluft bewegt wird und zunächst in seiner jeweiligen End- bzw. Umsteuerstellung von einer Haltevorrichtung gegen den Druck der Steuerluft während einer vorgegebenen Zeitdauer bzw. bis zu einem Gegendruck mit vorgegebener Druckhöhe gehalten wird. Wird der Steuerkolben 22 anschließend von der Haltevorrichtung freigegeben, wird er mit einer Schubkraft bewegt, die stets größer als die maximal auftretenden Reibungskräfte ist. Hierzu arbeitet die Haltevorrichtung vorzugsweise mit Hilfe von elastisch 35, magnetisch 31, 32 oder elektromagnetisch 33, 34 wirkenden Bauelementen. Das zur Durchführung des Verfahrens geeignete Luftsteuerventil 7 enthält die entsprechenden Anschlüsse 16, 17 für die Steuerluft und zeichnet sich durch die Anordnung einer von der Pumpenmembran 3 entkoppelt betriebenen Haltevorrichtung 31, 32; 33, 34; 35, 36 aus, die in elastischer, magnetischer oder elektromagnetischer Wirkverbindung mit dem Steuerkolben 22 derart steht, daß sie dem Druck der Steuerluft zumindest während der definierten Zeit und/oder bis zu einem definierten Druck entgegenwirkt.



DE 3900718 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Bewegung des Steuerkolbens eines Luftsteuerventils für eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe, wobei der Steuerkolben in einem Steuerzylinder mit Zuluft- und Abluftbohrungen für die Druckluft zwischen zwei Endstellungen bewegt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer druckluftbetriebenen Doppelmembranpumpe.

Druckluftbetriebene Membranpumpen sind besonders geeignet für die problemlose Förderung von sehr unterschiedlichen Medien, einschließlich solcher, die wegen ihrer pastösen, pulvigen oder abrasiven Eigenschaften von einem anderen Pumpensystem nur mit Schwierigkeiten gefördert werden können. Membranpumpen haben eine sehr hohe technische Zuverlässigkeit im rauen Pumpenbetrieb. Der Vorteil derartiger Membranpumpen liegt ferner darin, daß sie keine rotierenden Teile und keine Wellenabdichtungen benötigen und völlig trockenlauffest sind. Durch Änderung der Luftmenge der zugeführten Betriebsdruckluft läßt sich die Pumpe auf einfache Weise regeln, ohne daß dazu teure oder komplizierte Reglerantriebe notwendig sind. Druckluftbetriebene Membranpumpen sind wegen ihrer vielen Vorteile bspw. in der Lebensmittelindustrie zur Förderung von Tomatenmark, Tiernahrung, Schokolademasse etc. oder in der Kosmetik zur Förderung von Zahnpasta oder Cremen im Einsatz; sie sind ebenso in den Bergwerken oder in der Bauindustrie zu finden zur Grubenentleerung, zur Wasserhaltung, zur Erzaufbereitung bzw. zur Förderung von Gipsschlamm, Asphaltzementschlamm etc. wobei die hier aufgezählten Einsatzbereiche und die geförderten Medien nur beispielhaft erwähnt sein sollen.

Wesentlich für die technische Zuverlässigkeit und für die Regelbarkeit der Doppelmembranpumpen ist unter anderem das Luftsteuerventil, welches nach Maßgabe der Förderleistung die jeweiligen Kammern der Membranpumpe mit Druckluft beaufschlagt.

Eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe ist aus der DE-OS 31 50 967 bekannt. Diese Doppelmembranpumpe besteht aus einem Pumpengehäuse mit zwei mit Abstand nebeneinander angeordneten Gehäusekammern, die jeweils eine Membraneinrichtung aufweisen und von dieser in eine Pumpenkammer und in eine Luftkammer aufgeteilt sind. Die Luftkammern der beiden Gehäusekammern sind zueinander ausgerichtet und weisen zwischen sich eine Druckluftumsteuereinrichtung auf. Die Druckluftumsteuereinrichtung führt den beiden Luftkammern die Druckluft zu und entlastet wechselweise die Luftkammern, wobei die Pumpenkammer über Ventileinrichtungen mit einem Saugstutzen und einem Druckstutzen in Verbindung stehen, über die das zu fördernde pastöse oder pulverförmige Gut in die Pumpenkammer aufgrund der durch die Druckluft erzeugten Membranbewegungen angesaugt bzw. aus der Pumpenkammer herausgedrückt wird. Die Druckluftumsteuereinrichtung besitzt einen Ventilsteuerkolben zur Umsteuerung der Luftkammerverbindungswege.

Der Ventilsteuerkolben verfügt über ein mechanisch arbeitendes Antriebssystem mit einem mechanischen Energiespeicher, wobei dieser von der Bewegung der Membraneinrichtungen ausgelöst wird. Der Energiespeicher wird von einer innerhalb des Ventilsteuerkolbens angeordneten Druckfeder gebildet. Die Druckfeder ist mechanisch mit einer federbelasteten Kugel ge-

koppelt, die den Steuerkolben in einer bestimmten Endstellung arretiert und diesen erst freigibt, wenn die Druckfeder von der Membraneinrichtung auf eine bestimmte potentielle Energie vorgespannt wurde. Mit dieser Konstruktion wird der Steuerkolben zwischen zwei stabilen Kolbenstellungen hin- und herbewegt, so daß insbesondere ein bisher als nachteilig empfundenes Hängenbleiben der Umsteuereinrichtung in einer undefinierten Zwischenstellung weitgehend vermieden wird.

Aus der DE-AS 27 26 674 ist eine druckgasbetätigte Doppelmembranpumpe mit zwei jeweils in einer Kammer angeordneten, die Kammer in eine Antriebs- und in eine Pumpenkammer unterteilenden Membranen bekannt, welche durch eine starre Kopplung miteinander verbunden sind, die eine synchrone Bewegung beider Membranen bewirkt. Das Steuerventil enthält einen Kolbenschieber mit zwei Kugelsperren, wobei der Kolbenschieber mechanisch mit der starren Kopplung der Membranen verbunden ist. In den Endlagen des Kolbenschiebers wird ein Antriebsdruckgas jeweils abwechselnd der einen oder anderen Antriebskammer der Membranpumpe zugeleitet. Die mechanische Verbindung und der mechanische Antrieb zwischen der starren Kopplung der Membranen und dem Kolbenschieber des im Pumpengehäuse untergebrachten Steuerventils erfolgt durch eine Stabfeder mit rundem oder auch flachem Querschnitt. Die Stabfeder greift in eine Seitenöffnung der starren Kopplung der Membranen und in eine Öffnung des Kolbenschiebers ein und ist als Drehpunkt in einer Öffnung einer Rippe im Gehäuse gelagert. Wegen der kurzen mechanischen Kopplung zwischen der Membrankopplung und dem Kolbenschieber mit Hilfe der Stabfeder kann das Steuerventil im Pumpengehäuse angeordnet werden. Die Stabfeder wird dabei so dimensioniert, daß die Kugelsperren in der Endstellung des Steuerventils überwunden werden und damit eine Schnappschaltung für den Kolbenschieber entsteht.

Aus der DE-AS 14 53 607 ist eine hydraulisch betätigte Doppelmembranpumpe mit zwei jeweils in einer Kammer angeordneten, die Kammer in eine Pump- und eine Antriebskammer unterteilenden Membranen bekannt. Die Membranen sind durch eine starre Kopplung miteinander verbunden, die eine synchrone Bewegung beider Membranen bewirken. Die Pumpe ist ferner mit einem als Kolbenschieber ausgebildeten Steuerventil verbunden, das mechanisch mit der starren Kopplung der Membranen verbunden ist und dadurch in den Endlagen der Hubstellungen der Membranen eine Antriebsflüssigkeit jeweils abwechselnd der einen oder der anderen Antriebskammer zuleitet. Die mechanische Verbindung zwischen der starren Membrankopplung und dem Steuerventil wird über einen an der starren Kopplung befestigten Arm hergestellt, der gleitend auf einer mit dem Kolbenschieber verbundenen Betätigungsstange geführt ist. Zu beiden Seiten des Armes ist eine Feder angeordnet, deren Federhub so bemessen ist, daß beide Federn ständig mit dem Arm in Wirkverbindung stehen. Der Steuerkolben des Steuerventils enthält zwei Kugelsperren als Rastvorrichtung, welche bei einer bestimmten, durch eine der beiden Federn ausgeübten Kraft gelöst werden und eine Umschaltung des Ventils bewirken. Hierdurch wird eine Membranbewegung bis zu einem gewünschten Punkt erreicht, wo die Membranbewegung rasch unterbrochen und der Gegenhub eingeleitet wird.

Den oben beschriebenen Doppelmembranpumpen ist gemeinsam, daß die Bewegung des Ventilsteuerkolbens

mechanisch von den starr miteinander gekoppelten Membranen gesteuert wird und daß durch Ausnutzung von potentieller Federenergie eine Schnappvorrichtung gebildet wird, die den Steuerkolben des Ventils zwischen zwei Endstellungen hin- und herbewegt. Den Steuerventilen ist allerdings auch der hohe konstruktive Aufwand gemeinsam sowie der Umstand, daß bei sehr geringer Pumpenleistung das Steuerventil zum Hängenbleiben in einer Zwischenstellung neigt und bei sehr hoher Pumpenleistung infolge eines sogenannten Flatters des Federmechanismus keine genaue Ventilsteuering möglich ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Steuerung und den Steuermechanismus des Luftsteuerventils für eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe konstruktiv zu vereinfachen und die Bewegung des Steuerkolbens ohne mechanische Kopplung mit der Pumpenmembran zu steuern, damit auch in extremen Betriebsbedingungen der Membranpumpe, bspw. wenn die Pumpe sehr langsam oder mit sehr hoher Leistung fahren wird, ein sicheres und exaktes Umschalten des Steuerventils gewährleistet wird.

Diese Aufgabe wird verfahrenstechnisch dadurch gelöst, daß der Steuerkolben von einem Steuermedium, vorzugsweise von Steuerluft, verstellt wird und zunächst in seiner jeweiligen End- bzw. Umsteuerstellung von einer Haltevorrichtung gegen den Druck der Steuerluft während einer vorgegebenen Zeitdauer bzw. bis zu einem Gegendruck mit vorgegebener Druckhöhe gehalten wird und anschließend mit einer solchen Schubkraft bewegt wird, die stets größer als die maximal auftretenden Reibungskräfte ist, wobei die Haltevorrichtung unabhängig von der Bewegung der Pumpenmembran arbeitet, vorzugsweise mit elastisch, magnetisch oder elektromagnetisch wirkenden Bauelementen. Konstruktiv wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß am Steuerzylinder des Luftsteuerventils separate Anschlüsse für ein Steuermedium, vorzugsweise für Steuerluft zum Verstellen des Steuerkolbens vorgesehen sind sowie eine von der Pumpenmembran entkoppelt betriebenen Haltevorrichtung, die in Verbindung mit dem Steuerkolben steht, wobei die Haltevorrichtung dem Druck der Steuerluft zumindest während einer definierten Zeit und/oder bis zu einem definierten Druck entgegenwirkt.

Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, daß auf die komplizierte, teure und anfällige Feinwerktechnik bisher bekannter Ventilkonstruktionen verzichtet werden kann. Die Steuerung des Ventils kann von der Bewegung der Pumpenmembranen weitgehend entkoppelt werden, so daß eine bessere Anpassung der Ventilsteuering an die jeweiligen Betriebspunkte der Pumpe ermöglicht wird. Insbesondere kann bei sehr langsamer Pumpenfahrweise durch genau dosierte Zuführung der Steuerluft in Verbindung mit der eingestellten Haltezeit der Haltevorrichtung bzw. in Verbindung mit dem eingestellten Gegendruck der Haltevorrichtung die Umsteuerung des Ventils so lange verzögert werden, bis die jeweilige Membrankammer der Pumpe vollständig mit der Arbeitsdruckluft gefüllt ist. Wird dann durch gezielte Zuführung von Steuerluft die Haltekraft der Haltevorrichtung überwunden, ist die von der Steuerluft auf den Steuerkolben ausgeübte Schubkraft auf Werte einstellbar, die immer größer als die im Ventil auftretenden Reibungskräfte sind. Ein Hängenbleiben des Steuerkolbens in einer Mittelstellung und ein davon ausgelöster Pumpenstillstand wird mit Sicherheit vermieden. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen ermöglichen auch bei sehr hoher Pumpenleistung eine außerordentlich exakte

Steuerung des Ventils, so daß die beiden Luftkammern der Membranpumpe auch bei wechselnden und extrem hohen Fördermengen und Förderhöhen mit der abverlangten Arbeitsdruckluft optimal versorgt sind.

5 In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Haltezeit oder der Gegendruck der Haltevorrichtung variabel einstellbar ist, so daß mit diesen Maßnahmen noch besser die Betriebsbedingungen der Pumpe und die Reibungsverhältnisse im Ventil berücksichtigt werden können.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird in jeder End- bzw. Umsteuerstellung des Steuerkolbens mindestens ein Permanentmagnet als Haltevorrichtung angeordnet. Hierdurch wird eine besonders einfache Konstruktion für die verzögernde Arretierung des Steuerkolbens in seiner jeweiligen Endstellung geschaffen. Zweckmäßig ist auch, daß bspw. ein Permanentmagnet mit der Steuerfläche des Kolbens und der andere Permanentmagnet mit der stirnseitigen 15 Innenfläche des Steuerzylinders verbunden ist, wenn bspw. das Zylindergehäuse aus einem Kunststoff gefertigt ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß in jeder End- bzw. Umsteuerstellung des Steuerkolbens eine elektromagnetische Haltevorrichtung angeordnet ist, die vorzugsweise aus einer in oder an dem Steuerzylinder eingelassenen stromdurchflossenen Spule besteht, die mit einem am Steuerkolben eingelassenen ferromagnetischen Ring magnetisch zusammenwirkt. Durch diese Maßnahmen wird die Haltezeit bzw. der Gegendruck der Haltevorrichtung in weiten Bereichen variabel und regelbar. Die Funktion des Steuerventils ist auf diese Weise optimal auf die Betriebsbedingungen der Membranpumpe anpaßbar, 20 insbesondere dann, wenn nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung der magnetische Fluß der Spule mittels einer freiprogrammierbaren Regeleinrichtung veränderbar ist.

Eine bevorzugte und konstruktiv besonders kostengünstige Ausbildung des Luftsteuerventils sieht vor, daß der Steuerkolben aus einer Kolbenstange mit einem mittleren Führungskolben und zwei äußeren Kolbenflächen mit dazwischenliegenden Ringräumen besteht, daß der Steuerkolben von dem Steuerzylinder umschlossen ist, daß die stirnseitigen Flächen des Steuerzylinders die Anschlüsse für die Steuerluft aufnehmen, die ihrerseits mit Magnetventilen verbunden sind, daß der Druckluftanschluß am Außenumfang des Steuerzylinders angeordnet ist und daß zwei zu der Doppelmembranpumpe 25 führende Druckluftableitungen am Außenumfang des Steuerzylinders angeordnet sind und daß der Steuerkolben so bewegbar ist, daß mittels der Ringräume jeweils eine Druckluftleitung und eine Druckluftableitung miteinander verbindbar sind und daß zumindest ein Permanentmagnet jeweils auf der mit der Steuerluft beaufschlagten Kolbenfläche angeordnet ist.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in einer Schnittansicht eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe bekannter Bauart,

Fig. 2 das Steuerventil der Doppelmembranpumpe in schematischer Darstellung mit Permanentmagneten als Haltevorrichtung,

Fig. 3 das Steuerventil mit einer elektromagnetischen Haltevorrichtung in vergrößerter Darstellung,

Fig. 4 das Steuerventil mit einem elastischen Lippenring als Haltevorrichtung in vergrößerter Darstellung.

In Fig. 1 ist in einer schematisierten Schnittansicht

eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe dargestellt. Die Doppelmembranpumpe besteht aus einem Pumpengehäuse 1 mit zwei im Abstand nebeneinander angeordneten Gehäusekammern 2, die jeweils eine Membran 3 aufweisen und von dieser in eine Pumpenkammer 4 und in eine Luftkammer 5 aufgeteilt sind. Die beiden Luftkammern 5, 5' stehen sich gegenüber und zwischen den Außenwänden 6 der Luftkammern 5, 5' ist ein Druckluftumsteuerventil 7 mit einer Druckluftzuleitung 12 angeordnet, welches die Arbeitsdruckluft auf die beiden Luftkammern 5, 5' aufteilt.

In Fig. 2 ist das erföndungsgemäße Luftsteuerventil schematisch dargestellt. Es besteht aus einem Steuerzylinder 11 mit einem am Außenumfang des Steuerzylinders angeordneten Druckluftanschluß 8 mit einer Druckluftzuleitung 12 und mit zwei ebenfalls am Außenumfang angeordneten Abluftbohrungen 9, 10 mit Druckluftableitungen 13, 14, die zu der linken bzw. rechten Luftkammer 5, 5' der Membranpumpe führen. An den stirnseitigen Flächen 15 des Steuerzylinders 11 sind Anschlüsse 16, 17 für die Steuerluft vorgesehen, die über eine Zuluftleitung 18, 19 mit einem Pilotventil 20, 21 verbunden sind.

Der Steuerkolben 22 im Steuerzylinder 11 besteht aus einer Kolbenstange 23 mit einem mittleren Führungskolben 24 und zwei äußeren Kolben 25, 26 mit Kolbenflächen 27, 28. Zwischen den äußeren Kolbenflächen und dem mittleren Führungskolben bestehen zwei Ringräume 29, 30. Aus der zeichnerischen Darstellung ist erkennbar, daß der Druckluftanschluß 8 über den Ringraum 30 mit der Druckluftableitung 14 zur Luftkammer 5' der Membranpumpe verbunden ist, wenn der Steuerkolben 22 im Steuerzylinder 11 in der linken Endstellung steht. Es ist auch ohne weiteres erkennbar, daß in der rechten Endstellung des Steuerkolbens 22 der Druckluftanschluß 8 über den zweiten Ringraum 29 mit der Druckluftableitung 13 verbunden ist, die zur Luftkammer 5 der Membranpumpe führt. Auf der jeweils mit Steuerluft beaufschlagten Kolbenfläche des Steuerkolbens 27, 28 ist ein Permanentmagnet 31, 32 angeordnet, der mit dem Zylindergehäuse 11 aus einem magnetisierbaren Material magnetisch zusammenwirkt. Ferner weist der Steuerzylinder 11 die beiden entlastenden Abluftleitungen 38, 39 auf.

Wird nun das Pilotventil 20 angesteuert und für die Steuerluft geöffnet, wird die Kolbenfläche 27 des Steuerkolbens 22 so lange druckbeaufschlagt, bis die magnetische Kraft zwischen Kolbenfläche 27 und stirnseitiger Fläche 15 des Steuerzylinders überwunden ist und der Kolben von der Steuerluft derart beschleunigt wird, daß er schlagartig in die andere Endstellung bewegt wird. Infolge des hohen Bewegungsimpulses werden in jedem Fall die Reibungskräfte zwischen Kolben und Zylinder überwunden und der Steuerkolben wird keine Zwischenstellung im Steuerzylinder annehmen. Der Steuerkolben 22 wird anschließend in seiner anderen Endstellung mit Hilfe des Permanentmagneten 32 fest arretiert. Wird nun durch Ansteuerung des Pilotventils 21 die Kolbenfläche 28 des Steuerkolbens mit Steuerluft beaufschlagt, wird der Kolben von dem Permanentmagneten 32 zunächst in seiner Stellung während einer bestimmten Zeitspanne gehalten bis der Druck der Steuerluft auch hier die magnetischen Kräfte überwindet, so daß der Steuerkolben schlagartig in seine erste Endstellung zurückbewegt wird und dort von dem Permanentmagneten 31 arretiert wird. Dieser Bewegungsimpuls ist so hoch, daß die Reibungskräfte zwischen Steuerkolben und Steuerzylinder in jedem Fall überwunden werden.

Der Steuerkolben wird also zwischen zwei definierten Endstellungen sehr schnell und sehr exakt hin- und herbewegt, so daß eine sehr genaue Füllung der Luftkammern 5, 5' der Membranpumpe mit Arbeitsdruckluft auch dann gewährleistet ist, wenn die Membranpumpe unter extremen Betriebsbedingungen arbeitet, bspw. sehr langsam gefahren wird oder sehr hohe Förderleistungen erbringen muß.

Sollte aus bestimmten Gründen der Steuerzylinder 11 aus einem Kunststoff bestehen, so ist es zweckmäßig, daß ein Permanentmagnet mit der Steuerfläche des Kolbens und ein anderer Permanentmagnet 32' mit der stirnseitigen Innenfläche 15 des Steuerzylinders verbunden ist. Hierdurch ist eine Haltevorrichtung geschaffen, die die gleichen vorteilhaften Eigenschaften besitzt, wie die oben beschriebene Haltevorrichtung, bei der der Steuerzylinder 11 aus einem metallischen Werkstoff besteht.

Fig. 3 zeigt eine elektromagnetische Haltevorrichtung mit einem am Steuerkolben 22 eingelassenen ferromagnetischen Ring 33 und einer am Steuerzylinder 11 angeordneten stromdurchflossenen Spule 34, deren magnetischer Fluß mit Hilfe einer nicht näher dargestellten jedoch mit üblichen Bauteilen ausgestatteten Regelvorrichtung veränderbar ist. Die dem Druck der Steuerluft entgegenwirkende Haltekraft dieser Haltevorrichtung ist der Zeit und der Größe nach in Abhängigkeit von der Pumpenfahrtweise frei einstellbar, so daß eine hervorragend genaue Steuerung des Ventils und damit eine optimale Zuführung der Arbeitsdruckluft in die Luftkammern 5, 5' der Pumpe gewährleistet ist. Bei einem Steuerzylinder aus ferromagnetischem Werkstoff sollte die stromdurchflossene Spule in der Zylinderwandung so angeordnet sein, daß die Wirbelstromverluste möglichst klein bleiben.

Fig. 4 zeigt eine Haltevorrichtung für den Steuerkolben 22, die aus einem elastischen Lippenring 35 im Steuerzylinder besteht, der mit einer entsprechend ausgebildeten Ringnut 36 am Kolbenumfang zusammenwirkt. Diese Haltevorrichtung genügt ebenfalls sehr zuverlässig den aufgabegemäß vorgegebenen Bedingungen, nämlich die Bewegung des Steuerkolbens trotz der Beaufschlagung mit Steuerluft zunächst zu verhindern und den Kolben erst dann freizugeben, wenn die Steuerluft einen bestimmten Druck erreicht hat. Der Steuerkolben wird dann – wie zuvor beschrieben – sehr schnell und mit großer Sicherheit von der leicht expandierenden Steuerluft in die andere Endstellung bewegt. Der Lippenring 35 sollte entsprechend der schematischen Zeichnung vorteilhafterweise so ausgebildet sein, daß die elastische Lippe 37 dem Steuerkolben bei seiner Bewegung in die Endstellung nur einen geringen Widerstand bietet; bei der Bewegung des Steuerkolbens aus seiner Endstellung heraus muß die elastische Lippe 37 jedoch die entsprechenden Haltekräfte dem Druck der Steuerluft entgegensetzen. Dies läßt sich durch eine entsprechende Anfasung von Kolbenfläche und Ringnut bewirken.

Der Gegenstand der Erfindung ist verständlicherweise nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfaßt auch solche weiteren Ausbildungen, die den beanspruchten Maßnahmen genügen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Bewegung des Steuerkolbens eines Luftsteuerventils für eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe, wo-

bei der Steuerkolben in einem Steuerzylinder mit Zuluft- und Abluftbohrungen für die Druckluft zwischen zwei Endstellungen bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben von einem Steuermedium vorzugsweise von Steuerluft bewegt wird und zunächst in seiner jeweiligen End- bzw. Umsteuerstellung von einer Haltevorrichtung gegen den Druck der Steuerluft während einer vorgegebenen Zeitdauer bzw. bis zu einem Gegen- druck mit vorgegebener Druckhöhe gehalten wird und anschließend mit einer solchen Schubkraft bewegt wird, die stets größer als die maximal auftretenden Reibungskräfte ist, wobei die Haltevorrichtung unabhängig von der Bewegung der Pumpenmembran arbeitet, vorzugsweise mit elastisch, magnetisch oder elektromagnetisch wirkenden Bau- elementen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltezeit der Haltevorrichtung variabel einstellbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegendruck der Haltevorrichtung variabel einstellbar ist.

4. Luftsteuerventil für eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe zur Durchführung des Steuerverfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, mit einem in einem Steuerzylinder (11) beweglich zwischen zwei Endstellungen angeordneten Steuerkolben (22) und mit Zuluft- (8) und Abluftbohrungen (9, 10) für die Druckluft, gekennzeichnet durch Anschlüsse (16, 17) für ein Steuermedium, vorzugsweise für Steuerluft zum Verstellen des Steuerkolbens (22) und durch Anordnung einer von der Pumpenmembran (4) entkoppelt betriebenen, in Wirkverbindung mit dem Steuerkolben (22) stehenden Haltevorrichtung (31, 32; 33, 34; 35, 36), welche dem Druck der Steuerluft zumindest während einer definierten Zeit und/oder bis zu einem definierten Druck entgegenwirkt.

5. Luftsteuerventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder End- bzw. Umsteuerstellung des Steuerkolbens (22) mindestens ein Permanentmagnet (31, 32) als Haltevorrichtung angeordnet ist.

6. Luftsteuerventil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Permanentmagnet (31, 32) mit der Steuerfläche (27, 28) des Kolbens (22) und der andere Permanentmagnet (32') mit der stirnseitigen Innenfläche (15) des Steuerzylinders (11) verbunden ist.

7. Luftsteuerventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder End- bzw. Umsteuerstellung des Steuerkolbens (22) eine elektromagnetische Haltevorrichtung angeordnet ist, die vorzugsweise aus einer in oder an dem Steuerzylinder (11) eingelassenen stromdurchflossenen Spule (34) besteht, die mit einem am Steuerkolben (22) eingelassenen ferromagnetischen Ring (33) magnetisch zusammenwirkt.

8. Luftsteuerventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (34) mit einer den magnetischen Fluß verändernden, vorzugsweise frei programmierbaren Regeleinrichtung verbunden ist.

9. Luftsteuerventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder End- bzw. Umsteuerstellung des Steuerkolbens (22) eine elastische Haltevorrichtung angeordnet ist, die vorzugsweise aus

einem elastischen Lippenring (35) im Steuerzylinder (11) besteht, der mit einer entsprechend ausgebildeten Ringnut (36) am Kolbenumfang zusammenwirkt.

10. Luftsteuerventil nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (22) aus einer Kolbenstange (23) mit einem mittleren Führungskolben (24) und zwei äußeren Kolbenflächen (27, 28) mit dazwischenliegenden Ringräumen (29, 30) besteht, daß der Steuerkolben (22) von dem Steuerzylinder (11) umschlossen ist, daß die stirnseitigen Flächen (15) des Steuerzylinders (11) die Anschlüsse (16, 17) für die Steuerluft aufnehmen, die ihrerseits mit Magnetventilen (20, 21) verbunden sind, daß der Druckluftanschluß (8) am Außenumfang des Steuerzylinders (11) angeordnet ist und daß zwei zu der Doppelmembranpumpe führende Druckluftableitungen (13, 14) am Außenumfang des Steuerzylinders (11) angeordnet sind und daß der Steuerkolben (22) so bewegbar ist, daß mittels der Ringräume (29, 30) jeweils eine Druckluftzuleitung (12) und eine Druckluftableitung (13, 14) miteinander verbindbar sind und daß zumindest ein Permanentmagnet (31, 32) jeweils auf der mit Steuerluft beaufschlagten Kolbenfläche (27, 28) angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

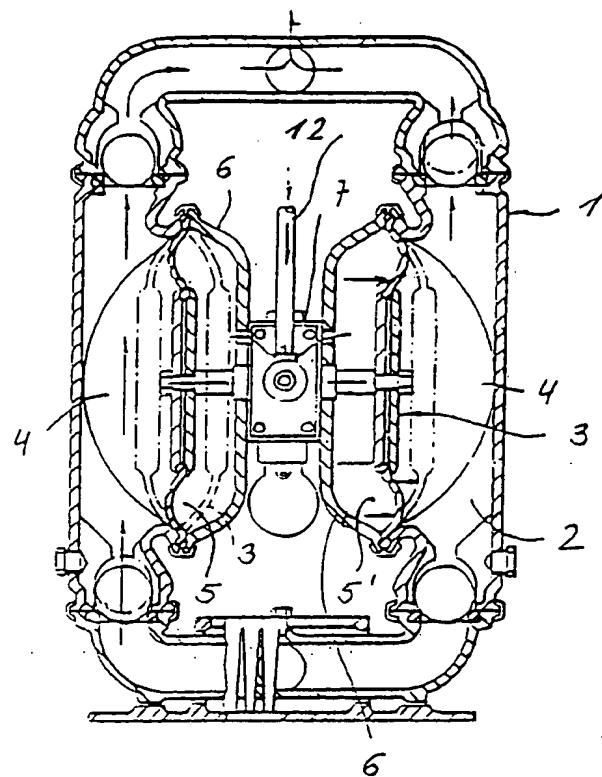
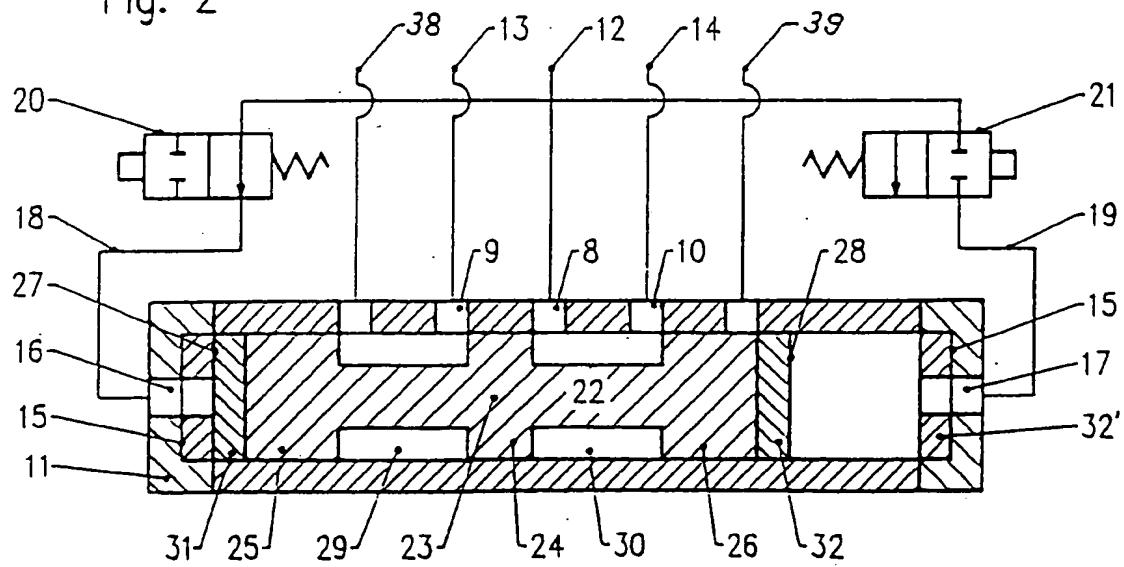


Fig. 1

Fig. 2



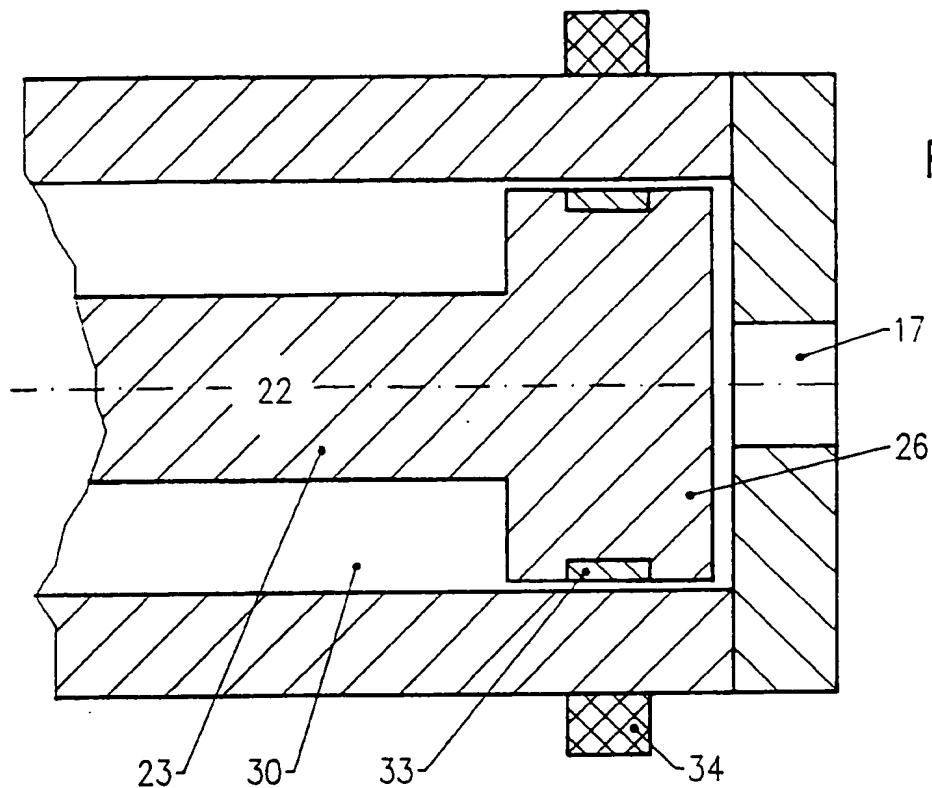


Fig. 3

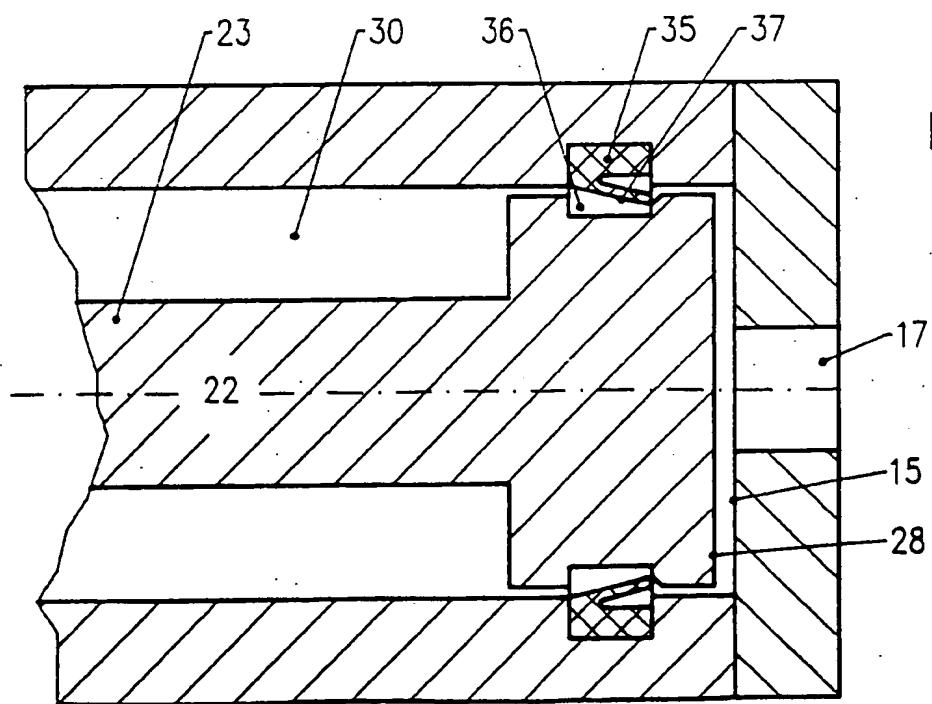


Fig. 4